Lane Medical Library

Untersuchungen

über die Dauer

des

erilisationsprocesses im gespannten Dampfe

bei gegebenen fixen Temperaturen.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

DER

HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

UNIVERSITÄT BERN

VORGELEGT VON

THEODOR CHRISTEN

von Bern

Assistenzarzt der ophthalmologischen Klinik der Universität Basel.

1895.

Auf Antrag des Herrn Prof. *Tavel* von der medicinischen Facultät zum Druck genehmigt.

BERN, den 6. Juni 1894.

Der Decan:
(sig.) *Strasser*.

Meinen

Hochverehrten Lehrern

Herrn Professor Dr. E. Tavel

Director des bakteriologischen Institutes
der Universität Bern

und

Herrn Professor Dr. H. Schiess

Director der ophthalmologischen Klinik
der Universität Basel

dankbarst gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153505_0092

Die Untersuchungen von *Koch* und *Wolffhügel* über die desinficirende Wirkung der erhitzten Luft hatten zu wenig befriedigenden Resultaten geführt,[1]) indem Spuren des Milzbrandbacillus erst durch dreistündigen Aufenthalt in 140° Celsius heisser Luft getödtet wurden; dabei zeigte sich, dass die Hitze nur sehr langsam in nicht sehr dicke in den Desinfectionsapparat gebrachte Gegenstände eindrang, wie solche bei der praktischen Desinfection bei Epidemieen in Betracht kommen (Kopfkissen, kleine Kleiderbündel etc.), so dass in das Innere derselben gebrachte Bacillensporen noch nach dreistündigem Aufenthalt in einer Temperatur von 140° nicht abgetödtet waren. Von grosser praktischer Wichtigkeit war dabei noch der Umstand, dass sämmtliche Objecte durch die Versuche stark gelitten hatten. Zu ähnlichen ungünstigen Resultaten kamen noch andere Forscher, so *Salomonsen* und *Levison*,[2]) *M. Wolf*[3]).

Es wurden desshalb von *Koch, Gaffky* und *Löffler*[4]) Versuche gemacht, die heisse Luft durch Wasserdampf zu ersetzen, und zwar zuerst mit Dampf von höherer Temperatur als 100° im Dampfkochtopf. Den eigentlichen Desinfectionsversuchen wurden solche über das Eindringen der Hitze in eingebrachte Objecte vorausgeschickt. Es wurden mit Wasser gefüllte Glaskolben, in welche Maximalthermometer eingebracht waren, dem überhitzten Dampf von 120° C. während $^1/_2$ Stunde ausgesetzt. Nach Herausnahme der Gefässe aus dem Apparate zeigte das Thermometer in

---

[1]) *Koch* und *Wolffhügel*. Untersuchungen über die Desinfection mit heisser Luft. Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. Band I. p. 301.

[2]) *Salomonsen* und *Levison*. Versuche mit verschiedenen Desinfectionsapparaten. Zeitschr. f. Hygiene. Bd. IV. p. 94.

[3]) *M. Wolf*. Ueber die Desinfection durch Temperaturerhöhung. Virchow's Archiv. Bd. 102. p. 81.

[4]) *Koch, Gaffky* und *Löffler*. Versuche über die Verwendbarkeit heisser Wasserdämpfe zu Desinfectionszwecken. Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. Bd. I. p. 322.

dem kleinen Kolben von $4\,^1/_2$ cm Durchmesser (50 cm³ Inhalt) 102 ° C., in dem mittlern von $5\,^1/_2$ cm (100 cm³) 92 ° C. und in dem grössten Kolben von 12 cm Durchmesser (1 L.) nur 85 ° C. Diese ungünstigen Resultate veranlassten die Veranstalter der Versuche zu solchen mit strömendem Dampf von 100 ° C., welche bessere Resultate lieferten, als die mit gespanntem Dampf, sodass die Leistungsfähigkeit des strömenden Dampfes von 100 ° C. von *Koch*, *Gaffky* und *Löffler* in Bezug auf „desinficirende Wirkung, Einfachheit und Billigkeit des Betriebs und der Einrichtung" weit über den Dampf von höherer Temperatur gestellt wurde.

Bei der überhandnehmenden Einsicht von der eminenten Wichtigkeit der Desinfection im Dienste der öffentlichen Hygiene bei Epidemieen wurden eine ganze Anzahl von Desinfectionsapparaten construirt, die meistens mit strömendem Dampf von 100 ° C. arbeiteten, so z. B. der *Beck*'sche Desinfector,[1]) der *Henneberg*'sche,[2]) der *Budenberg*'sche,[3]) der von *Overbeek-de Meyer*,[4]) der von *Petri*[5]) etc., während andere mit leichtem Ueberdruck von $^1/_{10}$ Atmosphäre arbeiteten; wieder andere benützten überhitzten Dampf[6]) oder ein Gemisch von heisser Luft und Wasserdampf, so der *Thursfield*'sche,[7]) der von *Ramsing* und *Leth*[8],) der *Schimmel-*

---

[1]) *Salomonsen* und *Levison*. l. c.

[2]) *E. v. Esmarch*. Der *Henneberg*'sche Desinfector. Zeitschrift für Hygiene. 1887. Bd. II. p. 342.

[3]) *Budenberg*. Apparat zur Desinfection mittelst strömendem Wasserdampfe. Centralblatt f. Bakteriologie und Parasitenkunde. Bd. IV. p. 673.

[4]) *Gruber*. Neuer Desinfectionsapparat von *G. van Overbeek-de Meyer*. Centralblatt f. Bakteriologie und Parasitenkunde. 1888. Bd. IV. p. 153.

[5]) *Petri*. Ein neuer Apparat zum Sterilisiren mit strömendem Wasserdampf von Atmosphärendruck. Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. 1890. Bd. VI. p. 498.

[6]) *E. v. Esmarch*. Die desinficirende Wirkung des strömenden, überhitzten Dampfes, und Nachtrag zur Abhandlung: „Die desinficirende Wirkung etc." Zeitschrift f. Hygiene. 1888. Bd. IV. p. 197 und 398.

[7]) *Gruber*. Ueber die *Thursfield*'schen Desinfectoren. Gesundheitsingenieur. 1888. Nr. 9.

Gruber. Erklärung der Desinfection des Wasserdampfes. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. Bd. III. 1888. Nr. 20. pag. 634.

[8]) *Salomonsen* und *Levison*. l. c.

sche,[1]) der *Walz* und *Windscheid*'sche[2]) u. s. w. Speciell die Apparate der letztern Kategorie hatten alle den Nachtheil, dass in verschiedenen Theilen derselben die Temperatur eine verschiedene war und dass die Hitze nur sehr langsam in die zu desinficirenden Objecte eindrang.[3])

In den bakteriologischen Laboratorien waren es meistens nach den Angaben von *Koch* construirte Sterilisatoren, die im Gebrauch waren, und zwar waren hauptsächlich die obenangeführten Resultate von *Koch*, *Gaffky* und *Löffler* für deren Würdigung Ausschlag gebend.

Da man a priori eigentlich hätte annehmen können, dass der gespannte Dampf dem einfach strömenden überlegen sei, so waren die Resultate von *Koch*, *Gaffky* und *Löffler* um so überraschender, als sie zu einem entgegengesetzten Resultate führten, und eine Wiederholung derselben schien *Heydenreich* angezeigt, umsomehr, als der mit gespanntem Dampf arbeitende *Naegeli*'sche Sterilisator, dessen *Heydenreich* im Laboratorium sich bediente, stets gute Resultate gegeben hatte.

Bei der grossen Wichtigkeit der Versuche von *Heydenreich*[4]) soll hier etwas näher auf dieselben eingegangen werden.

Heydenreich experimentirte mit zwei verschiedenen Kesseln, die sich wesentlich nur durch verschiedene Grösse von einander unterschieden; wie *Koch*, *Gaffky* und *Löffler* brachte er Glaskolben von verschiedener Grösse, die mit Wasser, in das ein Maximal-

[1]) *Merke.* Die erste Desinfectionsanstalt der Stadt Berlin. Vierteljahrsschrift für gericht. Medicin und öffentliches Sanitätswesen. 1886. Bd. 44. p. 145.

Merke und Guttmann. Der *Schimmel*'sche Desinfector. Centralblatt f. Bakteriologie und Parasitenkunde. Bd. I. p. 8.

Guttmann. Desinfectionsversuche in den Apparaten der ersten öffentlichen Desinfectionsanstalt der Stadt Berlin. Vierteljahrschrift f. gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitätswesen. 1886. Bd. 45. p. 137.

[2]) *Walz* und *Windscheid.* Der neue Desinfectionsapparat in Düsseldorf. Centralblatt f. Gesundheitspflege. 1886. Bd. V.

Walz und *Windscheid.* Entgegnung betreffend den neuen Desinfectionsapparat in Düsseldorf. Centralblatt für Gesundheitspflege. 1887. Bd. VI.

Merke H. Bemerkungen über den für die Stadt Düsseldorf bestimmten Desinfectionsapparat. Vierteljahrschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitätswesen. 1886. Bd. 44. p. 145.

[3]) *Teuscher.* Beiträge zur Desinfection mit Wasserdampf. Zeitschrift für Hygiene. Bd. IX. p. 492.

[4]) *Heydenreich.* Sterilisation mittelst des Dampfkochtopfes (*Papin*'scher Topf) für bakteriologische Zwecke. Zeitschrift f. wissenschaftliche Mikroskopie und f. mikroskopische Technik. Bd. I. Heft I. 1884.

thermometer reichte, gefüllt waren, in den Dampfkochtopf, erhitzte denselben und verglich nachher die Temperatur des in dem Deckel des Kochtopfes steckenden Thermometers mit dem Thermometer des Wasserkolbens. Die Schnelligkeit, mit welcher die verschiedenen Quantitäten von Wasser in dünnwandigen Glasgefässen bei rascher Anheizung die umgebende Dampftemperatur annahmen, war folgende:

für 120°

(Thermometer des Deckels des Dampfkessels)

$3^3/_4$ Liter erreichten 120° in wenig mehr als 15 Minuten,
2 „ „ 120° „ ca. 15 Minuten,
1 „ „ 120° „ zwischen 5—10 Minuten,
$^1/_2$ „ „ 120° „ wenig mehr als 2 Minuten.

für 110°

1 Liter erreichte 110° zwischen 5 und 10 Minuten
$^1/_2$ „ „ 110° „ 2 „ 5 Minuten
200 cm^3 „ 110° „ 2 „ 5 Minuten
100 cm^3 „ 110° in ca. 2 Minuten.

Bei diesen Versuchen war die Luft möglichst vollständig aus den Apparaten entfernt und auf eine genaue Uebereinstimmung der Angaben des Deckelthermometers und des am Deckel des Apparates angebrachten Anaeroidmanometers geachtet worden. Ganz anders gestalteten sich die Resultate, wenn absichtlich Luft in die Apparate eingeschlossen wurde, denn „Luft in Gegenwart von überhitzten Dämpfen verhindert eine Condensation letzterer (*Watt*'sches Gesetz) und da Luft ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, so kann diese sich nur sehr langsam in allen Schichten erwärmen".

Eine Anzahl Versuche mit eingeschlossener Luft zeigten den colossalen Einfluss derselben; so erreichte das Wasser bei Anwesenheit derselben in den Kolben 20 cm über dem Spiegel des kochenden Wassers nur 107 und 105°, ohne dieselbe 119° nach $^1/_4$stündiger Einwirkung des Dampfes von 120°.

Wurde der Versuch unterbrochen, in dem Moment, wo das Deckelthermometer eben 120° erreichte, so zeigte das Wasser bei eingeschlossener Luft im Kolben noch nicht 50°, ohne dieselbe 120°. Am frappantesten zeigte sich die Einwirkung der Verhinderung der Wärmeleitung durch die Anwesenheit von Luft, wenn der $2^1/_5$ Liter haltende Kolben in ein oben offenes, unten geschlosssenes 33 cm hohes und 20 cm breites Blechgefäss gestellt wurde. Nach-

dem eine Viertelstunde lang das Deckelthermometer 120° gezeigt bei 2,5 Atmosphärendruck statt 2[1]), erreichte das Controlmaximalthermometer am Boden des Blechgefässes 87,5, das Wasserthermometer noch nicht 50°. War die Luft entfernt worden, so zeigte das Wasserthermometer 119,5, das Controlthermometer im Blechgefäss 120°. *Heydenreich* kam daher zu folgenden Schlüssen: „Aus allen obigen Versuchen geht klar hervor, dass eine Nährflüssigkeit, die dem Wasser an Wärmeleitungsfähigkeit nahe steht, die umgebende Temperatur der überhitzten Dämpfe sehr schnell annimmt, wenn nur die Glaswände der Gefässe nicht zu dick sind, die Luft möglichst vollkommen herausgejagt, und die Quantität der Nährflüssigkeit eine nicht zu grosse ist", und erklärte, „dass der Dampfkochtopf, das zur Zeit beste Mittel für Sterilisation zu bakteriologischen Zwecken ist. Es ist zugleich das schnellste, sicherste, ja billigste, wenn man den Zeit- und Gasverbrauch in Geld umsetzt".

Auch *Fitz*[2]) fand experimentell, dass der Ausgleich der Temperaturen von Flüssigkeiten, die in Flaschen sich im Dampfkessel befanden, ein sehr rascher war, entgegen den Versuchen von *Koch*, *Gaffky* und *Löffler*.

Nachdem die obigen Versuche das rasche Eindringen der Hitze in die Objecte im Dampfkochtopf dargethan hatten, musste noch die Desinfectionskraft des gespannten Dampfes erprobt werden. Es geschah dies unter Anderm von *Salomonsen* und *Levison*, für den *Geneste-Herrscher*'schen Apparat.[3]) Die genannten Forscher fanden, dass in dem *Geneste-Herrscher*'schen Apparate mit gespanntem Dampf die vollständigste Desinfection in 20 Minuten erzielt wurde, in $^1/_3$ der Zeit, die für dasselbe Resultat mit dem *Reck*'schen mit strömendem Wasserdampf von 100° arbeitenden Apparat, nöthig war. Dabei wurde die vollständige Entfernung der Luft aus dem Apparat als unumgänglich nöthig gefunden. Auch *Globig*[4]) fand eine ganz bedeutende Ueberlegenheit des gespannten Dampfes

---

[1]) Siehe Vergleichstabelle für Temperatur u. Atmosphärendruck S. 13.

[2]) *Fitz.* Ueber Spaltpilzgährungen. Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft. 1884. Bd. XVII. p. 1188.

[3]) *Salomonsen* und *Levison.* Versuche mit verschiedenen Desinfectionsapparaten. Zeitschrift f. Hygiene. 1888. Bd. IV. p. 94.

[4]) *Globig.* Ueber einen Kartoffelbacillus mit ungewöhnlich widerstandsfähigen Sporen. Zeitschrift f. Hygiene. 1888. Bd. III. p. 322.

gegenüber dem strömenden Dampf von 100° in seinen Versuchen, die er zur Prüfung der Widerstandsfähigkeit des rothen Kartoffelbacillus gegenüber Desinficientien anstellte. Er fand nämlich, dass derselbe in strömendem Dampf von 100° erst nach 5 bis $6^1/_2$ Stunden abgetödtet wurde, während dies im gespanntem Dampf von

113—116°	nach	25	Minuten
122—123°	„	10	„
126°	„	3	„
127°	„	2	„
130°	augenblicklich geschah.		

Sämmtliche bisherigen Sterilisationsversuche mit dem strömenden Dampf von 100° und dem gespannten Dampf von höhern Temperaturgraden waren folgendermaassen angestellt worden:

Die Testobjecte (Gartenerde, Sporen von Milzbrandbacillen etc.) wurden zum Theil auf, zum Theil mitten in dicke Pakete von gerollten Decken, Kleiderbündeln und Bettzeug verpackt in den Dampfapparat gebracht; hierauf begann die Anheizung oder, wenn der Dampf in einem besondern Kessel entwickelt wurde, die Zuleitung desselben. Hatte die gewünschte Temperatur eine bestimmte Zeit lang eingewirkt, so wurde die Dampfentwicklung resp. Zuleitung unterbrochen und der Apparat entleert. Dabei blieb aber die genaue sterilisirende Wirkung des Dampfes von der gewünschten Temperatur unbestimmt, weil bevor die gewünschte Temperatur von 100 oder mehr Graden auf die Objecte einwirken konnte, dieselben sämmtliche Temperaturgrade bis zu demselben durchlaufen mussten. Nehmen wir zum Beispiel an, es handelte sich um einen Versuch bei 120°, so dauerte es eine gewisse Zeit, bis 100° erreicht waren. Je nach der Schnelligkeit der Dampfentwicklung resp. Zuleitung dauerte es nun eine verschieden lange Zeit, bis die Temperatur von 120° erreicht war, und je nach der Länge dieser Zeit waren die Testobjecte sämmtlichen zwischen 100 und 120° liegenden Temperaturen, von denen eine jede eine gewisse sterilisirende Wirkung auf die Objecte ausübte, ausgesetzt, so dass bei Beginn des eigentlichen Versuches von 120° die Objecte schon zum Theil in ihrer Lebensfähigkeit beeinträchtigt waren, und zwar um so mehr, als Zeit verflossen war, bis die Temperatur von 120° erreicht wurde. Nachdem nun die Temperatur

von 120° die bestimmte Zeit eingewirkt hatte, wurde der Dampf mehr oder weniger schnell abgelassen, und auch jetzt mussten die Objecte wieder alle früheren Temperaturen durchlaufen und waren deren sterilisirender Wirkung ausgesetzt. Das Resultat eines so angeordneten Versuches war also nicht nur abhängig von der Höhe der Endtemperatur und von der Länge deren Einwirkung, sondern auch von der Raschheit der Dampfentwicklung, respective Zuleitung, und doch wäre die genaue Kenntnis der Wirkung des Dampfes einer gewissen Temperatur ohne die cumulative Wirkung früher durchlaufener Temperaturgrade von grosser Wichtigkeit, nicht nur vom rein wissenschaftlichen, sondern auch vom praktischen Standpunkt aus, da in der letzten Zeit Sterilisationsapparate construirt wurden, bei denen in ausserordentlich kurzer, fast zu vernachlässigender Zeit hohe Temperaturgrade erreicht werden, wie dies z. B. bei dem Sterilisationsapparat der chirurgischen Klinik in Bern der Fall ist, bei welchem vom Moment der Dampfzuleitung bis zur Erreichung der Temperatur von 140° kaum 2 Minuten verstreichen.

Diese Lücke in unsern Kenntnissen auszufüllen sind die folgenden Versuche, die ich im Sommer 1892 im bakteriologischen Laboratorium der Universität Bern anstellte, bestimmt.

Um ihrem Zwecke gerecht zu werden, mussten sie folgende Bedingungen erfüllen:

1. die Testobjecte müssen direct der gewünschten Temperatur ausgesetzt werden können, ohne vorher niedrigere durchlaufen zu müssen;
2. sie müssen ebenso rasch der Wirkung derselben entzogen werden können;
3. da es sich um hohe Temperaturen handelt, ist es nöthig, möglichst widerstandsfähige Mikroorganismen zu den Versuchen zu wählen.

Es wurde als Dampfapparat der im bakteriologischen Institut der Universität Bern aufgestellte Autoclav benützt, in welchem sämmtliche Sterilisationen der Nährböden etc. des bakteriologischen Laboratoriums gemacht werden. Derselbe ist ein starker gusseiserner *Papin*'scher Topf, ungefähr 40 Liter Wasser haltend. Er ruht in einem ebenfalls gusseisernen Mantel und wird von unten durch starke Gasflammen erhitzt.

Auf den Kessel wird der Deckel festgeschraubt und zwischen Deckel und Topf befindet sich eine aus Kautschukrinnen bestehende hermetisch schliessende Dichtung. Im Deckel selbst befinden sich vier Oeffnungen:

1. eine centrale, in welche ein Quecksilberthermometer so eingelassen ist, dass die Kugel desselben in das Innere des Kessels reicht, während ausserhalb des Kessels die Temperatur abgelesen werden kann. Das Instrument ist durch gepresste Asbestringe so befestigt, dass zu seinen Seiten ein Entweichen von Dampf unmöglich ist;
2. eine mit einem Sicherheitsventil versehene; durch Anhängen und Verschieben von verschiedenen Gewichten kann das Sicherheitsventil beliebig beschwert und dadurch eine bestimmte constante Temperatur und Druck beibehalten werden;
3. auf der dritten befindet sich ein geprüfter Dampfmanometer, auf welchem der Dampfdruck und die demselben entsprechende Temperatur abgelesen werden kann.

   Durch zahlreiche Controlversuche wurde ein Uebereinstimmen des Quecksilberthermometers mit den Temperatur-Angaben des Manometers festgestellt.
4. Ein messingener Ablasshahn, dessen Lumen 10 mm beträgt und der folgendermassen construirt ist: *(Fig. 1.)*

   Auf dem mit dem gusseisernen Deckel des Apparates aus gleichem Guss bestehenden Zapfen *a* ist der eigentliche Hahn *b* aufgeschraubt. Seine Basis hat 46 mm Durchmesser, die obere Ansatzfläche *k*, die mit einer Asbestringunterlage *d* versehen ist, 37 mm. Ueber diese ragt ein kurzer mit einem Gewinde versehener Zapfen hervor, auf welchem das messingene Stück *c* als Deckel hermetisch schliessend aufgeschraubt werden kann. Zuoberst auf *c* befindet sich eine Schraubenmutter *l*, welche dazu bestimmt ist, den Asbestring *e* zusammenzudrücken und so eventuell eine Dichtung mit einem hineinzubringenden Stab herzustellen. *a*, *b* und auf eine Ausdehnung von 17 mm auch *c* sind von einem cylindrischen Canal von 10 mm Durchmesser *m* durchbohrt, der nach unten in das Innere des Kessels mündet. Der übrige Theil von *c* trägt als Fortsetzung von *f* einen cylindrischen Canal *g* von 4 mm Durchmesser, der bei *h* in's Freie mündet. Der Hahn *i* theilt den Canal *m*

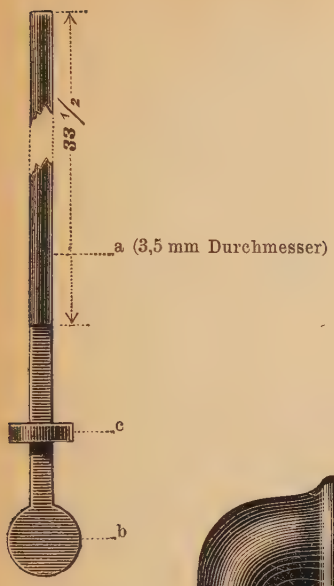

Fig. 2.
Natürliche Grösse

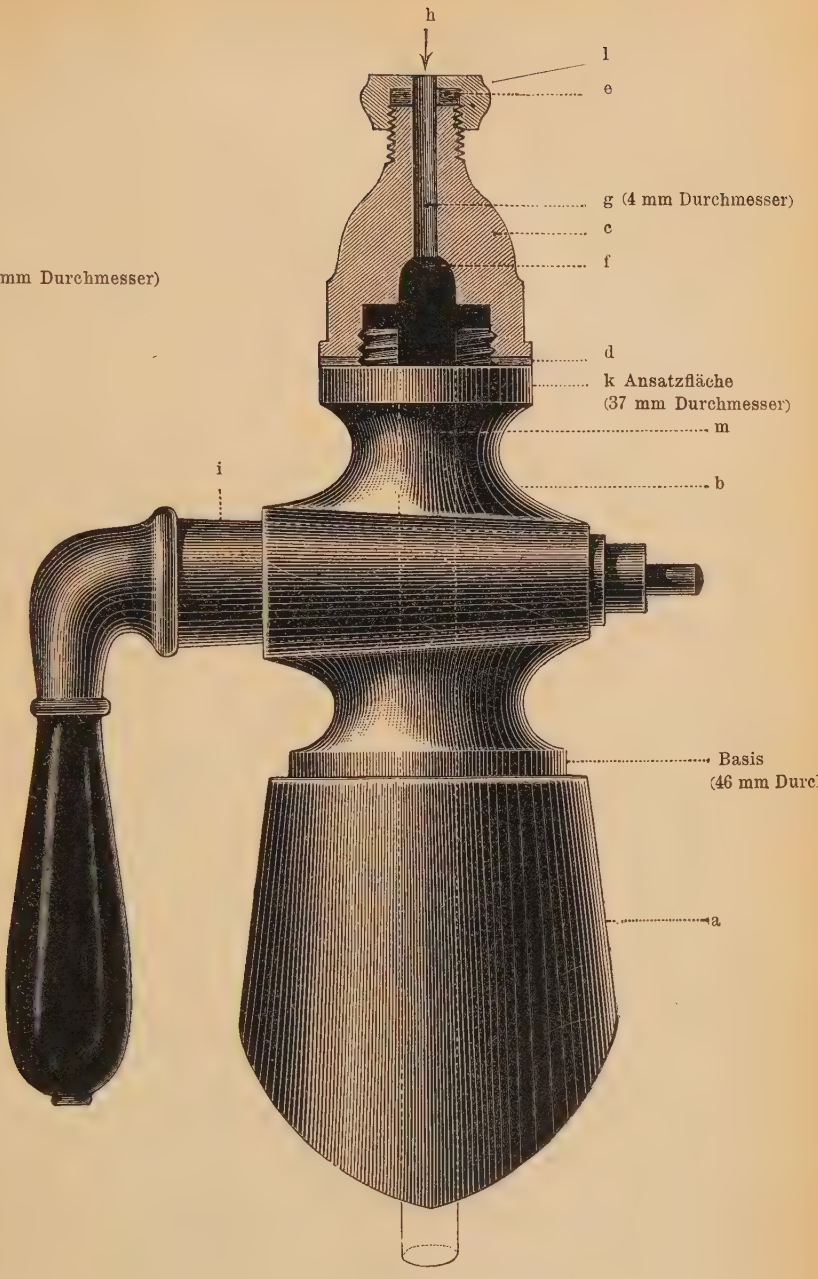

Fig. 1.
3/4 natürliche Grösse

in zwei Theile, in einen untern, der direct mit dem Kesselraum in Verbindung steht, und in einen obern, den sogenannten Vorraum. Bei geschlossenem Hahn *i* befindet sich im Vorraum Luft.

Um die Objecte, die die Träger der Mikroorganismen waren, an denen die Sterilisationsversuche gemacht werden sollten, rasch in den Autoclav hineinzubringen, und ebenso entfernen zu können, wurde eine Art Pincette aus Stahl construirt (Fig. 2), die sich an dem einen Ende eines 33 cm langen, 3,5 mm dicken Stahlstabes *a* befindet; die Federwirkung der Pincette *b* wird durch einen verschiebbaren Messingring *c* verstärkt.

In dieser Pincette konnten die später zu specificirenden Objecte eingeklemmt werden.

Die Vorbereitung des Apparates zur Anordnung der Versuche geschah nun in folgender Weise: Der Kessel wurde ungefähr bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt, der Deckel hermetisch schliessend festgeschraubt, und bei geöffnetem Sicherheitsventil und Ablasshahn ohne das Theilstück *c* die Heizung begonnen. Die Temperatur stieg nun zunächst auf ungefähr 98 °C., der Siedetemperatur des Wassers bei einem mittlern Barometerstand von 713mm[1]), was an dem Quecksilberthermometer abgelesen werden konnte. Doch war bei voller Feuerung die Dampfproduction trotz offenem Sicherheitsventil und Ablasshahn eine so starke, dass das Thermometer auf 100° stieg, und bei auf dem Ablasshahn aufgeschraubten und mit dem Stahlstab armirten Theilstück *c* wäre ein Ueberdruck von 3—5° C. zu Stande gekommen, wenn nicht dadurch, dass das Sicherheitsventil unterstützt und emporgehoben wurde, dem Dampfe genügend Ablauf verschafft worden wäre. Auf diese Weise war es möglich, trotz der nur 98° betragenen Siedetemperatur des Wassers in Bern die Versuche mit dem ungespannten strömenden Dampf in einer Temperatur von 100° anzustellen. Mit dem Schliessen des Hahns und Ventils wurde so lange gewartet, bis sämmtliche Luft aus dem Kessel verdrängt war, und reiner Wasserdampf denselben mit kräftigem hohen Strahle entströmte; dies wurde daran erkannt, dass die Temperatur 100° (gegenüber der Siedetemperatur von 98° C. bei mittlerm Barometerstand von

[1]) Minimum des Barometerstandes in Bern = 690 mm (Siedetemperatur des Wassers = 97,3° C.), Maximum = 730 mm (Siedetemperatur des Wassers = 98,9° C.)

713 mm also ein leichter Ueberdruck) erreichte. Je nachdem nun eine Dampftemperatur von 100° oder eine höhere zu den Experimenten erforderlich war, wurde der Ablasshahn und das Ventil offen gelassen und die Versuche begonnen, oder es wurden jene geschlossen und durch weiteres Erhitzen der Dampfdruck und damit proportional die Temperatur erhöht. Die Regulirung geschah mittelst Veränderung der Gewichte des Sicherheitsventils.

War die gewünschte Temperatur erreicht, so wurde der Deckel *c* (Fig. 1), durch welchen der mit der Pincette armirte Stahlstab geschoben war, auf *b* aufgeschraubt, der Dampfhahn geöffnet und der Stahlstab durch den Canal *m* des Ablasshahns etwa 10 cm weit in das Innere des Kessels geschoben. (Ein Kautschukring am oberen Ende des Stahlstabes verhinderte denselben am Hineinfallen in den Kessel.) Zwischen dem Stahlstab und der Oeffnung des Deckels *h* befand sich ein schmales freies Lumen von $^1/_2$ mm, wo so viel Dampf entweichen konnte, dass die Luft, die oberhalb des Hahns in den Vorraum eingeschlossen worden war, durch den nun von unten wirkenden Dampfdruck verdrängt werden konnte, jedoch ohne dass genügend Dampf entweichen konnte, um den Druck im Innern des Kessels herabzusetzen.

Nach Ablauf der Zeit, während welcher man den Dampf einwirken lassen wollte, wurde der Stahlstab mit der Pincette bis in den Vorraum über dem Ablasshahn *i* zurückgezogen, derselbe geschlossen, das Theilstück *c* losgeschraubt, das Testobject mit ausgeglühten Instrumenten aus der Pincette entfernt und auf die entsprechenden Nährboden (Fleischwasserpeptongelatine und Bouillon) geimpft.

Vergleichsweise sollen hier die einander entsprechenden Temperaturen und der Atmosphärendruck zusammengestellt werden. Ein gegenseitiges Uebereinstimmen der Temperaturangaben des Deckelthermometers und des Manometers, auf dessen Scala die einem gewissen Druck entsprechende Temperatur abgelesen werden kann, ist in jedem Falle constatirt worden.

Temperatur		Atmosphärendruck
100°	entsprechen	1 Atmosphäre
105°	„	1,2 „
110°	„	1,4 „
115°	„	1,67 „
120°	„	1,96 „
125°	„	2,3 „
130°	„	2,66 „
135°	„	3,1 „
140°	„	3,56 „

Im Fernern handelte es sich darum, möglichst widerstandsfähige Mikroorganismen zu züchten, Mikroorganismen, von denen bekannt ist, dass sie der Einwirkung der sie zur Vernichtung bringen sollenden Agentien und Medien einen möglichst kräftigen Widerstand entgegensetzen.

Schon *Koch*, *Gaffky* und *Löffler*[1]) bedienten sich bei ihren Versuchen sporenhaltiger Gartenerde und ihr Beispiel fand Nachahmung bei allen spätern Untersuchungen über Desinfection, da die in der Gartenerde enthaltenen Bacillensporen die sonst als sehr widerstandsfähig bekannten Sporen des Milzbrandbacillus in Bezug auf Lebensfähigkeit weit hinter sich liessen.

Globig[2]) war es bei der Sterilisation von Kartoffeln zur Zubereitung von Nährböden öfter vorgekommen, dass trotz 2—$2^1/_2$ stündigem Aufenthalt derselben in $1^0/_{00}$ Sublimatlösung und nachherigem Aufenthalt in strömendem Dampf von 100° C. ein lebhaftes Wachsthum von verschiedenen Bacillen auftrat: besonders widerstandsfähig gegenüber den bisherigen Sterilisationsmethoden erwies sich ein Bacillus, dessen Culturen auf Kartoffeln eine rothe Färbung annahmen. Der Geruch derselben mahnte an gekochten Schinken; Nährgelatine wurde durch denselben verflüssigt: auf der Oberfläche von Bacillenculturen entwickelte sich ein derbes Häutchen. Ausser dem rothen entwickelten sich noch ein grauer und ein weisser Kartoffelbacillus auf den scheinbar sterilisirten Kartoffeln. *Globig* zerrieb die auf den Culturen gebildeten sporenhaltigen Häutchen, imprägnirte Seidenfäden mit denselben und machte mit diesen Sterilisationsversuche in $5^0/_0$ Carbolsäure, in $1^0/_{00}$ Sublimatlösung im strömenden Dampfe von 100° C. und in gespanntem Dampfe von höhern Temperaturgraden. Der rothe Kartoffelbacillus erwies sich als weit widerstandsfähiger als der graue und der weisse. Die Resultate der Versuche mit dem rothen Kartoffelbacillus waren folgende:

Die Sporen des rothen Kartoffelbacillus wurden nicht getödtet:

1. in $5^0/_0$ Karbolsäurelösung trotz 14tägigem Aufenthalt;
2. in strömendem Dampf von 100° nach 5 Stunden;
3. in gespanntem Dampf von 109—113° in $^3/_4$ Stunden.

[1]) *Koch*, *Gaffky* und *Löffler*. Versuche über die Verwendbarkeit heisser Wasserdämpfe zu Desinfectionszwecken. Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. 1881. Bd. I. p. 322.

[2]) *Globig*. Ueber einen Kartoffelbacillus mit ungewöhnlich widerstandsfähigen Sporen. Zeitschrift für Hygiene. 1888. Bd. III. p. 322.

Dagegen trat kein Wachsthum der Cultur mehr auf nach Aufenthalt der imprägnirten Seidenfäden:

1. in $1^0/_{00}$ Sublimatlösung während 90 Minuten;
2. im strömenden Dampf von 100° nach $5^1/_2$—6 Stunden;
3. im gespannten Dampf von 113—116° nach 25 Minuten;
   „ 122—123° „ 10 „
   „ 126° „ 3 „
   „ 127° „ 2 „
   „ 130° „ 1 „

Aus diesen Untersuchungen von *Globig* geht neben einer Superiorität des gespannten Dampfes über die andern Methoden der Sterilisation eine ganz unerwartete Widerstandsfähigkeit des rothen Kartoffelbacillus hervor, eine Eigenschaft, die mir denselben als für meine Sterilisationsversuche geeignet erscheinen liess. Um daher einen möglichst resistenten Organismus zu bekommen, wandte ich mich an den gewöhnlichen Aufenthaltsort desselben, den Humus.

Da überdies der sogenannte Heubacillus als sehr widerstandsfähig bekannt ist, so versuchte ich zugleich denselben zu züchten.

Zu diesem Behufe wurden Erde, welche den Anlagen des bernischen pathalogischen Instituts entnommen wurde, und Heu je in einem *Erlenmeyer*'schen Kölbchen mit Wasser übergossen und auf dem Sandbade gekocht. Es hatte dies den Zweck, die Erde von sämmtlichen andern Mikroorganismen, die ihre Lebensfähigkeit durch längeres Kochen einbüssen, zu befreien und nur die ganz widerstandsfähigen zur Verwendung kommen zu lassen. In bestimmten Intervallen wurden mit dem Platinlöffel in Röhrchen mit verflüssigter Nährgelatine Proben aus dem kochenden Abguss übergeimpft und bei Zimmertemperatur bei Seite gestellt. Da nach vier Tagen kein Wachsthum eingetreten war, so wurden die Röhrchen in den Brütschrank von 37° gebracht, wo nach 2 Tagen Wachsthum in den mit dem 2 Stunden lang gekochten Erdeabguss geimpften Röhrchen auftrat. Da sich die in dem Heu befindlichen Sporen schon jetzt als weniger widerstandsfähig erwiesen, so wurden weitere Versuche damit unterlassen.

Die morphologische und biologische Untersuchung der Bacillen, die aus dem während 2 Stunden gekochten Erdeabguss gewonnen wurden, liessen mit Sicherheit den rothen Kartoffelbacillus erkennen und es enthielt also die vorher benützte Erde entwicklungsfähige Sporen desselben.

Erste Versuchsreihe.

Aus Verbandgaze wurden nun kleine, runde, etwa 7 mm Durchmesser haltende Säckchen mit oben erwähnter Erde gefüllt und sowohl dem einfach strömenden als dem gespannten Dampfe mittelst Einbringen in das Innere des Autoclavs an der oben beschriebenen Pincette verschieden lang ausgesetzt. Nach Herausnahme aus dem Apparat wurden die Säckchen mit geglühter Scheere über sterilen Gelatine-Röhrchen geöffnet und der Inhalt jener unmittelbar in die verflüssigte Gelatine gebracht.

Da bei Zimmertemperatur nur bei den wenigsten nach 6 Tagen Wachsthum aufgetreten war, so wurden die übrigen in den Brütschrank bei 37° gebracht. Dieser erste Versuch hatte folgendes Resultat:

I. Einfach strömender Dampf.

Nummer des Röhrchens	Temperatur	Dauer des Aufenthalts	Wachsthum + oder —	nach Tagen	Bemerkungen	Spec. Untersuchung
25	100°	1 Min.	+	6 Tage	Zimmertemperatur	[1])
26	100°	5 „	+	6 „	„	
27	100°	15 „	+	6 „	„	
28	100°	30 „	+	6 „	„	
29	100°	60 „	+	2 „	Brütschrank 37°	
30	100°	120 „	+	6 „	„	
141	100°	4 St.	+	5 „	„	I.
147	100°	8 „	+	7 „	„	II.
153	100°	16 „	+	6 „	„	III.

[1]) Die römischen Ziffern der 7. Colonne weisen auf die morphologischen und biologischen Specialuntersuchungen Seite 29—43 hin.

II. Gespannter Dampf.[1])

Nummer des Röhrchens	Temperatur	Dauer des Aufenthalts	Wachsthum + oder —	nach Tagen	Bemerkungen	Spec. Untersuchung
31	105°	1 Min.	+	6 Tage	Zimmertemperatur	
32	105°	5 „	+	2 „	Brütschrank	
33	105°	15 „	+	4 „	„	
34	105°	30 „	+	2 „	„	
35	105°	60 „	+	4 „	„	
41	105°	2 St.	+	4 „	„	IV.
145	105°	4 „	—		untersucht n. 41 Tag.	
36	110°	1 Min.	+	5 „	Zimmertemperatur	
37	110°	5 „	+	2 „	Brütschrank	
38	110°	15 „	+	4 „	„	
39	110°	30 „	+	5 „	„	
40	110°	60 „	+	7 „	„	V.
142	110°	2 St.	+	9 „	„	VI.
152	110°	4 „	—		untersucht n. 38 Tag.	
42	115°	1 Min.	+	4 „	Brütschrank	
43	115°	5 „	+	2 „	„	
44	115°	15 „	—		untersucht n. 66 Tag.	
45	115°	30 „	+	18 „	Brütschrank	VII.
146	115°	1 St.	—		untersucht n. 46 Tag.	
151	115°	2 „	—		„ „ 36 „	
46	120°	1 Min.	—		mit Schimmelpilzen inficirt	
47	120°	5 „	—		untersucht n. 66 Tag.	
48	120°	15 „	—		„ „ 62 „	
49	120°	30 „	—		„ „ 66 „	
50	125°	1 „	—		„ „ 53 „	
51	125°	5 „	—		„ „ 53 „	
52	125°	15 „	—		„ „ 53 „	
53	130°	1 „	—		„ „ 53 „	
54	130°	5 „	+	12 „	Brütschrank	VIII.
55	130°	15 „	—		untersucht n. 53 Tag.	
56	135°	1 „	—		„ „ 47 „	
57	135°	5 „	—		„ „ 47 „	
58	135°	15 „	—		„ „ 47 „	
59	140°	1 „	—		„ „ 47 „	
60	140°	5 „	—		„ „ 47 „	
61	140°	15 „	—		„ „ 47 „	

[1]) In Wirklichkeit fand sowohl durch das Sicherheitsventil als den Ablasshahn ein leichtes Ausströmen von Dampf statt, doch ist desshalb der Dampf nicht als eigentlich strömender zu bezeichnen, wie bei den Apparaten, die auf diesem Princip construirt sind, und bei welchen immer eine sehr lebhafte Bewegung der ganzen Dampfsäule und ein starkes Ausströmen am Ablasshahn stattfindet; letzterer ist dann so eingerichtet, dass er nicht vollständig geschlossen werden kann.

Alle diejenigen Röhrchen in denen nach einem mehr oder weniger langen Aufenthalt im Thermostaten bei 37° kein Wachsthum aufgetreten war, wurden mikroskopisch mehrfach auf Bakterien untersucht und bei negativem Resultate mit deren Inhalt nachher Impfversuche auf den verschiedenen Nährböden angestellt. Ergaben auch diese negatives Resultat, so konnte die Sterilität des Inhaltes bei dem langen Aufenthalt im Brütschrank als sicher angenommen werden.

Ueberall da, wo die Länge des Aufenthaltes im Dampf oder die Höhe der Temperatur ein Wachsthum zum vorneherein nicht annehmen liessen und wo dennoch ein solches auftrat, wurde später behufs Identificirung eine Specialuntersuchung vorgenommen. Die Protokolle hievon werden mit den speciellen Untersuchungen der übrigen Versuche später im Zusammenhang (Seite 29—43) angeführt werden.

In einer Tabelle zusammengestellt, hatte diese erste Versuchsreihe folgendes Resultat:

	1 Min.	5 Min.	15 Min.	30 Min.	1 St.	2 St.	4 St.	8 St.	16 St.
100	+	+	+	+	+	+	+	+	+
105	+	+	+	+	+	+	+		
110	+	+	+	+	+	+	—		
115	+	+	—	+	—	—			
120	—	—	—	—					
125	—	—	—						
130	—	+	—						
135	—	-							
140	—	—	—						

Zweite Versuchsreihe.

Von den Culturen des rothen Kartoffelbacillus in Gelatine, welche nach zweistündigem Kochen von Erdeabguss auf dem Sandbad gewachsen waren, wurden Kartoffelculturen angelegt.

Der reichliche Belag derselben wurde abgeschabt, eine Aufschwemmung mit Wasser hergestellt, so dass eine Flüssigkeit von rahmiger Consistenz entstand, und in dieselbe wurden quadratische Schnitzel von Filtrirpapier von ungefähr 5 mm Breite während einer halben Stunde eingelegt, nachher herausgenommen und bei Zimmertemperatur auf einem Drahtgeflecht bedeckt von einer Glasglocke getrocknet. Die dazu benützten Kartoffelculturen waren vorher auf ihren Sporengehalt mikroskopisch und auf die Lebensfähigkeit und biologische Eigenschaften bakteriologisch untersucht worden. (Siehe Special-Untersuchung Nr. IX, Seite 37.) Zahlreiche Control-Impfversuche, die alle positiv ausfielen, hatten gezeigt, dass die Papierschnitzel mit entwicklungsfähigen Sporen genügend imbibirt waren.

Die so präparirten Papierschnitzel wurden auf gleiche Weise, wie die Erdesäckchen bei der ersten Versuchsreihe dem einfach strömenden und dem gespannten Dampf ausgesetzt und ebenfalls unter Beobachtung der nöthigen Vorsichtsmaassregeln auf verflüssigte Nährgelatine geimpft.

Es ergaben sich folgende Resultate:

I. Einfach strömender Dampf.

Nummer des Röhrchens	Temperatur	Dauer des Aufenthalts	Wachsthum + oder —	nach Tagen	Bemerkungen
62	100°	1 Min.	+	20 Tage	Zimmertemperatur
63	100°	5 „	+	2 „	Brütschrank
64	100°	15 „	+	2 „	„
65	100°	30 „	+	2 „	„
66	100°	1 St.	—		untersucht nach 51 Tagen
67	100°	2 „	—		„ „ 51 „
140	100°	4 „	—		„ „ 47 „
148	100°	8 „	—		„ „ 38 „
154	100°	16 „	—		„ „ 30 „

II. Gespannter Dampf.

Nummer des Röhrchens	Temperatur	Dauer des Aufenthalts	Wachsthum + oder —	nach Tagen	Bemerkungen
68	105°	1 Min.	+	2 Tage	Brütschrank
69	105°	5 „	+	2 „	„
70	105°	15 „	—		untersucht nach 46 Tagen
71	105°	30 „	—		„ „ 46 „
72	105°	1 St.	—		„ „ 46 „
73	105°	2 „	—		„ „ 46 „
144	105°	4 „	—		„ „ 43 „
74	110°	1 Min.	+	3 „	Brütschrank
75	110°	5 „	+	4 „	„
76	110°	15 „	—		untersucht nach 39 Tagen
77	110°	30 „	—		„ „ 40 „
78	110°	1 St.	—		„ „ 39 „
143	110°	2 „	—		„ „ 40 „
150	110°	4 „	—		„ „ 40 „
79	115°	1 Min.	+	4 „	Brütschrank
121	115°	5 „	+	6 „	„
122	115°	15 „	—		untersucht nach 40 Tagen
123	115°	30 „	—		„ „ 40 „
149	115°	1 St.	—		„ „ 40 „
124	120°	1 Min.	—		„ „ 40 „
125	120°	5 „	—		„ „ 40 „
126	120°	15 „	—		„ „ 40 „
127	120°	30 „	—		„ „ 40 „
128	125°	1 „	—		„ „ 40 „
129	125°	5 „	—		„ „ 40 „
130	125°	15 „	—		„ „ 40 „
131	130°	1 „	—		„ „ 40 „
132	130°	5 „	—		„ „ 40 „
133	130°	15 „	—		„ „ 41 „
134	135°	1 „	—		„ „ 41 „
135	135°	5 „	—		„ „ 41 „
136	135°	15 „	—		„ „ 41 „
137	140°	1 „	—		„ „ 41 „
138	140°	5 „	—		„ „ 41 „
139	140°	15 „	—		„ „ 41 „

Tabellarische Uebersicht der Resultate der zweiten Versuchsreihe.

	1 Min.	5 Min.	15 Min.	30 Min.	1 St.	2 St.	4 St.	8 St.	16 St.
100	+	+	+	+		—	—	—	—
105	+	+	—	—	—	—	—		
110	+	+	—	—	—	—	—		
115	+	+	—	—	—				
120	—	—	—	—					
125	—	—	—						
130	—	—	—						
135	—	—	—						
140	—	—	—						

Alle diejenigen Culturen, welche Wachsthum zeigten, wurden mikroskopisch und bakteriologisch untersucht und es wurde nur der rothe Kartoffelbacillus, derjenige, mit dessen Sporen die Papierschnitzel von Anfang an imbibirt worden war, gefunden.

Dritte Versuchsreihe.

Beim Vergleich der Resultate der beiden Versuchsreihen ergiebt sich ein so bedeutendes Zurückbleiben der zweiten hinter der ersten, dass eine Wiederholung der Versuche mit den Papierschnitzeln angezeigt schien. Es wurde auf gleiche Weise Erde, die aus der unmittelbaren Nähe eines Düngerhaufens stammte mit Wasser auf dem Sandbade in einem Glaskölbchen gekocht und auf verflüssigte Gelatine geimpft. Es zeigte sich Wachsthum noch nach $3\,^1/_2$-stündigem Kochen.

(Röhrchen Nr. 98. Specialuntersuchung Nr. X.) Es wurde davon eine Kartoffelcultur angelegt, und, sobald die Entwicklung der Sporen constatirt war, auf gleiche Weise wie bei der zweiten Versuchsreihe eine wässerige Aufschwemmung hergestellt, dieselbe durch Gaze filtrirt und Schnitzel von Filtrirpapier in dieselbe gelegt mit dem Unterschied jedoch, dass dieselben, statt wie bei der zweiten Versuchsreihe eine halbe Stunde, während 41 Stunden in derselben gelassen wurden; nachher wurden dieselben getrocknet und wie bei den vorigen Versuchen in den Dampfapparat gebracht.

Diese dritte Versuchsreihe ergab folgende Resultate:

I. Einfach strömender Dampf.

Nummer des Röhrchens	Temperatur	Dauer des Aufenthalts	Wachsthum + oder —	nach Tagen	Bemerkungen
201	100°	2 St.	+	2 Tage	Brütschrank
202	100°	4 „	—		untersucht nach 70 Tagen
203	100°	8 „	—		„ „ 49 „
204	100°	16 „	—		„ „ 48 „

II. Gespannter Dampf.

Nummer des Röhrchens	Temperatur	Dauer des Aufenthalts	Wachsthum + oder —	nach Tagen	Bemerkungen
205	105°	1 Min.	+	4 Tage	Brütschrank
206	105°	5 „	+	4 „	„
207	105°	15 „	+	4 „	„
208	105°	30 „	+	6 „	„
209	105°	1 St.	+	4 „	„
210	105°	2 „	+	8 „	„
211	105°	4 „	—		untersucht nach 38 Tagen
212	110°	1 Min.	+	3 „	Brütschrank
213	110°	5 „	+	11 „	„
214	110°	15 „	—		untersucht nach 39 Tagen
215	110°	30 „	—		„ „ 39 „
216	110°	1 St.	+	5 „	Brütschrank
217	110°	2 „	—		untersucht nach 40 Tagen
218	110°	4 „	—		„ „ 40 „
219	115°	1 Min.	+	2 „	Brütschrank
220	115°	5 „	+	2 „	„
221	115°	15 „	+	5 „	„
222	115°	30 „	+	5 „	„
223	115°	1 St.			untersucht nach 40 Tagen
224	115°	2 „			„ „ 41 „
225	120°	1 Min.			„ „ 37 „
226	120°	5 „			„ „ 37 „
227	120°	15 „			„ „ 37 „
228	120°	30 „			„ „ 37 „
229	125°	1 „	—		„ „ 37 „
230	125°	5 „			„ „ 37 „
231	125°	15 „	—		„ „ 37 „
232	130°	1 „			„ „ 37 „
233	130°	5 „	—		„ „ 37 „

Nummer des Röhrchens	Temperatur	Dauer des Aufenthalts	Wachsthum + oder —	nach Tagen	Bemerkungen
234	130°	15 Min.	—		untersucht nach 37 Tagen
235	135°	1 „	—		„ „ 37 „
236	135°	5 „	—		„ „ 36 „
237	135°	15 „	—		„ „ 36 „
238	140°	1 „	—		„ „ 36 „
239	140°	5 „	—		„ „ 36 „
240	140°	15 „	—		„ „ 36 „

In eine **Tabelle** zusammengestellt ergeben sich folgende Resultate:

	1 Min.	5 Min.	15 Min.	30 Min.	1 St.	2 St.	4 St.	8 St.	16 St.
100						+	+	—	—
105	+	+	+	+	+	+	—		
110	+	—	—	—	+	—	—		
115	+	+	+	+	-				
120	—	-							
125	—	—							
130	—	—							
135	—	—							
140	—	—							

Vierte Versuchsreihe.

Die bei dem vorigen Versuche zur Anwendung kommenden Bacillen, deren Identificirung in einer Specialuntersuchung dargelegt werden wird (Nr. X.), erwiesen sich als bedeutend widerstandsfähiger als die bei der zweiten Untersuchung benützten; es mag dabei der bedeutend längere Aufenthalt der Papierschnitzel in der sporenhaltigen Flüssigkeit (41 Stunden statt einer halben) eine Rolle spielen. Doch konnte auch die verschiedene Provenienz der Erde daran Schuld sein. Es wurden nun von dieser gleichen aus der Nähe des Düngerhaufens genommenen Erde in gleicher Weise gefüllte Säckchen, wie bei der ersten Versuchsreihe in den Sterilisationsapparat gebracht und folgende Ergebnisse kamen dabei zu Tage:

I. Einfach strömender Dampf.

Nummer des Röhrchens	Temperatur	Dauer des Aufenthalts	Wachsthum + oder −	nach Tagen	Bemerkungen	Spec. Untersuchung
251	100°	2 St.	+	2 Tage	Brütschrank	
252	100°	4 „	+	4 „	„	
253	100°	8 „	+	4 „	„	XI
254	100°	16 „	+	5 „	„	XII

II. Gespannter Dampf.

Nummer des Röhrchens	Temperatur	Dauer des Aufenthalts	Wachsthum + oder −	nach Tagen	Bemerkungen	Spec. Untersuchung
255	105°	1 Min.	+	4 Tage	Brütschrank	
256	105°	5 „	+	4 „	„	
257	105°	15 „	+	4 „	„	
258	105°	30 „	+	4 „	„	
259	105°	1 St.	+	5 „	„	XIII
260	105°	2 „	+	6 „	„	XIV
261	105°	4 „	+	11 „	„	XV
262	110°	1 Min.	+	3 „	„	
263	110°	5 „	+	3 „	„	
264	110°	15 „	+	3 „	„	
265	110°	30 „	+	4 „	„	
266	110°	1 St.	+	12 „	„	XVI
267	110°	2 „	+	12 „	„	XVII
268	110°	4 „	—		unters. n. 41 Tagen	
269	115°	1 Min.	+	3 „	Brütschrank	
270	115°	5 „	+	3 „	„	
271	115°	15 „	+	5 „	„	
272	115°	30 „	—		unters. n. 38 Tagen	
273	115°	1 St.	—		„ „ 40 „	
274	115°	2 „	—		„ „ 40 „	
275	120°	1 Min.	+	8 „	Brütschrank	
276	120°	5 „	+	3 „	„	
277	120°	15 „	—		unters. n. 39 Tagen	
278	120°	30 „	—		„ „ 37 „	
279	125°	1 „	+	4 „	Brütschrank	
280	125°	5 „	—		unters. n. 37 Tagen	
281	125°	15 „	—		„ „ 40 „	
282	130°	1 „	—		„ „ 44 „	
283	130°	5 „	+	8 „	Brütschrank	XVIII
284	130°	15 „	—		unters. n. 37 Tagen	
285	135°	1 „	—		„ „ 36 „	
286	135°	5 „	—		„ „ 38 „	
287	135°	15 „	—		„ „ 36 „	
288	140°	1 „	—		„ „ 36 „	
289	140°	5 „	—		„ „ 36 „	
290	140°	15 „			„	

Tabellarische Uebersicht der Ergebnisse der vierten Versuchsreihe.

	1 Min.	5 Min.	15 Min.	30 Min.	1 St.	2 St.	4 St.	8 St.	16 St.
100									
105									
110									
115									
120	+	+	—	—					
125									
130									
135	—	—	—						
140	—	—	—						

Fünfte Versuchsreihe.

Bei Vergleichung der Resultate der dritten und vierten Versuchsreihe untereinander zeigt sich wiederum, dass die in der Erde enthaltenen Sporen sich bedeutend widerstandsfähiger erwiesen, als die durch Kochen der Erde auf dem Sandbade gewonnenen auf verschiedene Nährboden übergeimpften und auf die Papierschnitzel gebrachten. Für diesen Umstand konnten zwei Factoren verantwortlich gemacht werden: entweder hatten das mit den Organismen vorgenommene Kochen und Züchten dieselben weniger resistent gemacht, oder es hat die Erde in den Säckchen den Sporen Schlupfwinkel wie sie in dem verhältnissmässig dünnen Papier keine fanden. Zur Entscheidung dieser Frage, die für unsere Versuche zwar nur von untergeordneter Bedeutung ist, wurde die fünfte Versuchsreihe folgendermaassen eingeleitet: Von der Erde, die aus der Nähe eines Düngerhaufens stammte, wurden etwa 40–50 gr. fein pulverisirt und von allen grössern Klumpen befreit in drei Reagensgläschen vertheilt, angefeuchtet und im Autoclav während einer Stunde im gespannten Dampf von 143° vollständig sterilisirt.

Dann wurden gleiche Volumentheile Pepton Chapoteaut und Wasser bei 115° während einer halben Stunde im Dampfapparat sterilisirt. Diese Flüssigkeit wurde nachher über die sterilisirte Erde gegossen und beides noch einmal bei 115° während einer

halben Stunde sterilisirt. Auf diesen so erhaltenen Nährboden wurden nun Sporen von der gleichen Provenienz wie die zu der dritten Versuchsreihe dienenden geimpft, und das Ganze während drei Tagen in den Thermostaten bei 37° gestellt; zugleich wurde ein Bouillonröhrchen zur Controle mit dem gleichen Material geimpft und ebenfalls in den Brütschrank gestellt. Nach drei Tagen fanden sich sowohl in der Bouilloncultur als auf der Erde reichliche Sporen vor. Die überschüssige Bouillon wurde abgegossen und nach weiterm zweitägigen Aufenthalt im Brütschrank wurde die so präparirte und geimpfte Erde in einem Brütschrank von 44° während vier Tagen zum Trocknen gebracht. Es wurden nun auf gleiche Weise wie in der ersten und vierten Versuchsreihe Säckchen von Gaze mit der so erhaltenen Erde gefüllt und gleich wie bei allen frühern Versuchen in den einfach strömenden und den gespannten Dampf gebracht und nachher auf verflüssigte Nährgelatine geimpft. Vorher angestellte mehrfache Controlversuche hatten die Anwesenheit lebensfähiger Sporen in der Erde dargethan.

Es ergab sich folgendes Resultat:

I. Einfach strömender Dampf.

Nummer des Röhrchens	Temperatur	Dauer des Aufenthalts	Wachsthum + oder —	nach Tagen	Bemerkungen
551	100°	2 St.	+	2 Tage	Brütschrank
552	100°	4 „	+	6 „	„
553	100°	8 „	+	12 „	„
554	100°	16 „	—		Röhrchen gebrochen

II. Gespannter Dampf.

Nummer des Röhrchens	Temperatur	Dauer des Aufenthalts	Wachsthum + oder —	nach Tagen	Bemerkungen
555	105°	15 Min.	+	2 Tage	Brütschrank
556	105°	30 „	+	7 „	„
557	105°	1 St.	+	5 „	„
558	105°	2 „	—		untersucht nach 21 Tagen
559	105°	4 „	—		„ „ 21 „
560	110°	5 Min.	+	5 „	Brütschrank

Nummer des Röhrchens	Temperatur	Dauer des Aufenthalts	Wachsthum + oder —	nach Tagen	Bemerkungen
561	110°	15 Min.	+	5 Tage	Brütschrank
562	110°	30 „	+	5 „	„
563	110°	1 St.	—		untersucht nach 21 Tagen
564	110°	2 „	+	13 „	Brütschrank
565	110°	4 „	—		untersucht nach 21 Tagen
566	115°	1 Min.	+	2 „	Brütschrank
567	115°	5 „	+	5 „	„
568	115°	15 „	+	13 „	„
569	115°	30 „	+	13 „	„
570	115°	1 St.	—		untersucht nach 22 Tagen
571	115°	2 „	—		„ „ 22 „
572	120°	1 Min.	+	12 „	Brütschrank
573	120°	5 „	—		untersucht nach 22 Tagen
574	120°	15 „	—		„ „ 22 „
575	120°	30 „	—		„ „ 22 „
576	125°	1 „	—		„ „ 22 „
577	125°	5 „	—		„ „ 20 „
578	125°	15 „	—		„ „ 20 „
579	130°	1 „	+	12 „	Brütschrank
580	130°	5 „	—		untersucht nach 20 Tagen
581	130°	15 „	—		„ „ 20 „
582	135°	1 „	+	12 „	Brütschrank
583	135°	5 „	—		untersucht nach 20 Tagen
584	135°	15 „	—		„ „ 20 „
585	140°	1 „	—		„ „ 20 „
586	140°	5 „	—		„ „ 20 „
587	140°	15 „	—		„ „ 20 „

	1 Min.	5 Min.	15 Min.	30 Min.	1 St.	2 St.	4 St.	8 St.	16 St.
100						+	+	+	
105			+	+	+	—	—		
110		+	+	+	—	+	—		
115	+	+	+	+	—	—			
120	+	—	—	—					
125	—	—	—						
130	+	—	—						
135	+	—	—						
140	—	—	—						

Durch diesen Versuch zeigt sich offenbar, dass das Kochen und Ueberimpfen der Sporen dieselben in ihrer Resistenzfähigkeit keineswegs herabgesetzt haben konnte und dass die ungünstigen Resultate bei den Papierschnitzeln wahrscheinlich darauf zurückzuführen sind, dass die Sporen in der Erde geeigneteres Material zur Bildung einer resistentern Sporenschale finden als auf den Kartoffelculturen; doch lässt sich aus unsern Versuchen kein absoluter Beweis dafür ableiten.

Unsern Versuchen könnte vielleicht folgender, deren Resultate beeinflussende Fehler zur Last gelegt werden: Das Anfertigen der Erdesäckchen, das Trocknen und Aufbewahren der Papierschnitzel und das Einbringen der Säckchen und Schnitzel in den Autoclav geschah mit nicht sterilisirten Händen und Instrumenten und es konnte sich das zum Gebrauche kommende Material auf diese Weise leicht verunreinigen mit anderweitigen Organismen und so das Resultat getrübt werden. Die dabei in Frage kommenden Keime (Schimmelpilze und Bakterien) weisen nun aber sämmtlich eine weit geringere Resistenz gegenüber der Hitze auf, als die Kartoffelbacillen und die in der Erde enthaltenen Mikroorganismen, und in der That liess sich nie ein anderer als einer der zu den widerstandsfähigsten Lebewesen zählenden Bacillen, die sämmtliche nur in der Erde, nicht in der Luft vorkommen, nachweisen. Bei denjenigen Versuchen, bei denen ein bestimmter Organismus verwendet worden war, trat auch nie ein anderer, als der ursprünglich zu den Versuchen genommene, auf.

Beschreibung der besonders widerstandsfähigen Bacillen.

I.

Röhrchen Nr. 141. 100°. 4 Stunden. Wachsthum nach 5 Tagen.

Morphologie.

Dünne Bacillen 0,4 auf 1,5—2 μ und mehr, oft zu 2 und mehr in Ketten. Nach *Gram* nicht färbbar.

Biologie.

1. Sauerstoffbedürfniss[1]). Facultativ anaërob, reichliches Wachsthum mit Gasbildung.
2. Wachsthum auf Nährsubstraten.
   a) Bouillon:
   Bouillon bleibt klar, spärlicher Bodensatz ohne Häutchenbildung.
   b) Milch:
   Keine Gerinnung.
   c) Gelatine:
   Kein Wachsthum.
   d) Agar:
   α. Strichcultur auf Schrägagar: Dünnes über die ganze Oberfläche gleichmässig ausgedehntes weissliches, feucht glänzendes Wachsthum.
   β. Agarstichcultur: Feucht glänzend, weisslich an der Oberfläche, entlang dem Stich reichliches Wachsthum mit ziemlich grossen seitlichen Verästelungen.
   γ. Zuckeragar-Stichcultur: Oberflächenwachsthum spärlich, dünn, glänzend, entlang dem Stich nicht unbeträchtlich mit seitlichen Verästelungen.
   e) Kartoffel:
   Colonie nach 10 Tagen nicht sehr ausgebreitet, glänzend aussehend, gegen die Umgebung etwas erhaben, Rand nicht scharf gegen die nicht verfärbte Kartoffel sich abgrenzend.

[1]) Agarcultur mit hoher Paraffinschicht.

3. Fortpflanzung: Endogene, endständige ovale Sporen 0,8 – 1 μ breit, 1,5 μ lang.
4. Beweglichkeit[2]): Keine Eigenbewegungen.

II.

Röhrchen Nr. 147. 100°. 8 Stunden. Wachsthum nach 7 Tagen.

Morphologie.

Dünne Bacillen, mit abgerundeten Enden von 0,4 auf 1—2 μ, oft zu 2 mit kleinen endständigen Anschwellungen, die den Sporen entsprechen. Nach *Gram* nicht färbbar.

Biologie.

1. Sauerstoffbedürfniss; Facultativ anaërob, spärliches Wachsthum.
2. Wachsthum auf Nährsubstraten.
   a) Bouillon:
   Bouillon klar mit starkem Häutchen auf der Oberfläche und reichlichem häutigen Bodensatz.
   b) Milch:
   Keine Gerinnung.
   c) Gelatine:
   Kein Wachsthum.
   d) Agar:
   α. Strichcultur auf Schrägagar: Starkes, dickes, über die ganze Oberfläche gleichmässig verbreitetes Wachsthum von mattglänzendem Aussehen.
   β. Agarstichcultur: Oberflächenwachsthum üppig, feucht glänzend, grauröthlich, Tiefenwachsthum spärlich.
   γ. Zuckeragar-Stichcultur: Oberflächenwachsthum üppig, feucht glänzend, graubräunlich, Tiefenwachsthum = 0.
   e) Kartoffel:
   Colonie nach 6 Tagen hellröthlich, ziemlich ausgebreitet, gegen den Rand scharf abgegrenzt, ohne Falten, Oberfläche matt.
3. Fortpflanzung: Endogene in der Art der Bacillen des malignen Oedems, endständige, ovale Sporen.
4. Beweglichkeit: Keine Eigenbewegungen.

[2]) Dieselbe wurde immer in hängenden Tropfen aus frischen Schrägglycerinagarculturen von weniger als 24 Stunden untersucht.

III.

Röhrchen Nr. 153. 100°. 16 Stunden. Wachsthum nach 6 Tagen.

Morphologie.

Dünner Bacillus von 0,6 μ Breite und bis 4 μ Länge, oft zu langen Fäden ausgewachsen, deren Endglied oft eine Spore trägt. Nach *Gram* nicht färbbar.

Biologie.

1. Sauerstoffbedürfniss: Facultativ anaërob, spärliches Wachsthum.
2. Wachsthum auf Nährsubstraten.
   a) Bouillon:
   Bouillon bleibt klar, leichte Gasentwicklung, ganz dünnes, leicht zerbrechliches Häutchen, ziemlich starker Bodensatz.
   b) Milch:
   Keine Gerinnung.
   c) Gelatine:
   α. Stichcultur: Ganz spärliches Wachsthum, nur an der Oberfläche der Cultur etwa 3 mm grosse punktförmige Colonie ohne Verflüssigung.
   β. Strichcultur: Kein Wachsthum nach 20 Tagen.
   d) Agar:
   α. Strich auf Schrägagar: Gleichmässiges, auf die ganze Oberfläche ausgedehntes, nicht sehr schnelles Wachsthum. Oberfläche feucht glänzend, glatt, weiss.
   β. Agarstichcultur: Oberflächlich lebhaftes, entlang dem Stich spärliches Wachsthum.
   γ. Zuckeragarstich: Oberflächlich ausgebreitet, ziemlich dick, feucht glänzend, glatt, weiss. Tiefenwachsthum spärlich.
   e) Kartoffel:
   Nach 11 Tagen überwächst die Colonie die Kartoffel als ganz weisser Belag. Abgrenzung deutlich gegen den etwas röthlich verfärbten, nicht überwachsenen Theil der Kartoffel.
3. Fortpflanzung: Endständige ovale Sporen von 1,5 μ Länge und 0,8—1 μ Breite.
4. Beweglichkeit: Eigenbewegungen.

IV.

Röhrchen Nr. 41. 105°. 2 Stunden. Wachsthum nach 4 Tagen.

Morphologie.

Kleine, kurze Bacillen, die oft zu langen Fäden auswachsen, bis zu 30 und mehr μ Länge. Bacillen überdies oft in Ketten. Nach *Gram* färbbar.

Biologie.

1. Sauerstoffbedürfniss; Facultativ anaërob, spärliches Wachsthum.
2. Wachsthum auf Nährsubstraten.
   a) Bouillon:
   Bouillon trüb, mit starkem, etwas klumpigem Bodensatz ohne Häutchen; stark fauliger Geruch.
   b) Milch:
   Keine Gerinnung.
   c) Gelatine:
   α. Stichcultur: Spärliches langsames Tiefenwachsthum, bestehend aus kleinen aneinandergereihten Pünktchen.
   β. Strichcultur: Sehr spärliches Wachsthum, bestehend aus höchstens 3 mm im Durchmesser haltenden weissen, feuchten Punkten mit ausgezacktem Rande.
   d) Agar;
   α. Strichcultur auf Schrägagar: Rostfarbenes, nicht sehr üppiges, über die ganze Oberfläche verbreitetes Wachsthum.
   β. Agar-Stichcultur: Oberfläche üppig, rostbraun, feucht glänzend, entlang dem Stich spärlich.
   γ. Zuckeragarstich: Oberfläche sehr üppig, graubraun, Mitte erhaben, Rand weniger, buchtig, scharf abgegrenzt.
   e) Kartoffel:
   Nach 11 Tagen weisser, dünner Belag der Kartoffel, Kartoffel selbst nicht verfärbt.
3. Fortpflanzung: Die Bacillen zur Sporenbildung werden zuerst im Durchmesser breiter, bekommen dann eine kuglige Form, die bis 1,5 μ anwächst und doppelte Contour annimmt.
4. Beweglichkeit: Keine Eigenbewegungen.

V.

Röhrchen Nr. 40. 110°. 1 Stunde. Wachsthum nach 7 Tagen.

Morphologie.

Dünne Bacillen von 1,4 μ und länger, in Ketten oder zu Fäden ausgewachsen mit abgerundeten Gliedenden. Breite 0,7 μ. Nach *Gram* färbbar.

Biologie.

1. Sauerstoffbedürfniss: Facultativ anaërob, spärliches Wachsthum.
2. Wachsthum auf Nährsubstraten.
   a) Bouillon:
   Bouillon klar, ohne Häutchen, mässiger weisser Bodensatz.
   b) Milch:
   Keine Gerinnung.
   c) Gelatine:
   Kein Wachsthum. (Nach 20 Tagen untersucht.)
   d) Agar:
   α. Strich auf Schrägagar: Schwaches, grauliches, matt glänzendes Wachsthum.
   β. Agarstichcultur: Oberflächenwachsthum dick, wenig ausgedehnt, mattglänzend, mit ausgezacktem Rand. Tiefenwachsthum nicht unbedeutend, mit seitlichen Verästelungen.
   γ. Zuckeragarstich: Oberflächlich sehr spärlich graulich, ziemlich starkes Tiefenwachsthum.
   e) Kartoffel:
   Nach 8 Tagen rothe Cultur, welche die ganze Oberfläche der Kartoffel als dicker, faltiger, schleimiger und fadenziehender Ueberzug überwuchert; Kartoffel selbst grauröthlich verfärbt. Fleischgeruch.
3. Fortpflanzung: Sporen fast endständig, oval, von 1,2 μ Länge und 1 μ Breite.
4. Beweglichkeit: Keine Eigenbewegungen.

VI.

Röhrchen Nr. 142. 110°. 2 Stunden. Wachsthum nach 9 Tagen.

Morphologie.

Dünne Bacillen von 1,5 μ Länge und 0,5 μ Breite, einzeln, zu zweien oder in Ketten zu mehreren: Gliedenden abgerundet. Nach *Gram* färbbar.

Biologie.

1. Sauerstoffbedürfniss: Facultativ anaërob, reichliches Wachsthum.
2. Wachsthum auf Nährsubstraten.
   a) Bouillon:
   Bouillon klar, derbes Häutchen an der Oberfläche.
   b) Milch:
   Klumpige Gerinnung mit Bildung eines wässerigen Serums.
   c) Gelatine:
   α. Stichcultur: Sehr langsame schichtweise Verflüssigung der Cultur. Wachsthum entlang dem Stich sehr spärlich ohne seitliche Verästelungen. Verflüssigter Theil flockig, getrübt, ohne Geruch und Pigment.
   β. Strichcultur: Spärliches weisses Wachsthum unter langsamer Verflüssigung.
   d) Agar:
   α. Strichcultur auf Schrägagar: Auf die ganze Cultur ausgedehntes gleichmässiges Wachsthum, feuchtglänzend, grau, am Rande faltig, üppig.
   β. Agarstichcultur: Oberflächlich üppig, in der Tiefe spärlich.
   γ. Zuckeragar-Stichcultur: Oberflächenwachsthum gelbbräunlich, üppig, mit Faltenbildung. Wachsthum entlang dem Stich spärlich, mit feinen Verästelungen.
   e) Kartoffel;
   Wachsthum wie bei vorigem (Nr. V).
3. Fortpflanzung: Ovale endständige Sporen 1,2 μ lang, 0.8 μ breit.
4. Beweglichkeit: Keine Eigenbewegungen.

VII.

Röhrchen Nr. 45. 115°. 30 Minuten. Wachsthum nach 18 Tagen.

Morphologie.

Bacillen von 1,2—9 μ Länge, in Ketten von 2—10 oder einzeln, mit abgerundeten Enden. Nach *Gram* färbbar.

Biologie.

1. Sauerstoffbedürfniss: Facultativ anaërob. Spärliches Wachsthum.
2. Wachsthum auf Nährsubstraten.
   a) Bouillon:
   Bouillon klar, spärlicher Bodensatz, keine Häutchenbildung, kein Geruch.
   b) Milch:
   Keine Gerinnung.
   c) Gelatine:
   Kein Wachsthum.
   d) Agar:
   α. Strichcultur auf Schrägagar: Langsames und spärliches Wachsthum. Cultur sehr dünn, feuchtglänzend.
   β. Agar-Stichcultur: Oberfläche = 0, in der Tiefe ziemliches Wachsthum.
   γ. Zuckeragar-Stichcultur: Wachsthum oberflächlich sehr spärlich, entlang dem Stich ebenfalls, mit ganz kurzen, feinen, seitlichen Verästelungen.
   e) Kartoffel:
   Nach 8 Tagen auf der Kartoffel spärlicher, weisser, feuchter Belag, gegen die nicht verfärbte Umgebung undeutlich, nur durch die verschiedene Feuchtigkeit erkennbar.
3. Fortpflanzung: Sporen nicht beobachtet worden.
4. Beweglichkeit: Keine Eigenbewegungen.

VIII.

Röhrchen Nr. 54. 130°. 5 Minuten. Wachsthum nach 12 Tagen.

Morphologie.

Dünner Bacillus 0,4 μ breit, 1,5—3 μ lang, mit abgerundeten Enden. Oft in Ketten von 2 und mehreren, meistens aber einzeln. Nach *Gram* nicht färbbar.

Biologie.

1. Sauerstoffbedürfniss: Facultativ anaërob. Spärliches Wachsthum.
2. Wachsthum auf Nährsubstraten.
   a) Bouillon:
   Bouillon opalescirend getrübt, mit Bildung eines dünnen, wenig festen Häutchens und starkem Bodensatz.
   b) Milch:
   Gallertige, gleichmässige Gerinnung des ganzen Röhrcheninhaltes; nach 14 Tagen Uebergang in klumpige Gerinnung.
   c) Gelatine:
   α. Stichcultur: Langsame Verflüssigung entlang dem Stich mit flockiger Trübung der verflüssigten Parthie.
   β. Strichcultur: Oberfläche der Cultur dick, feuchtglänzend, concentrisch wachsend, die Gelatine langsam schichtweise verflüssigend, ohne Pigmentbildung und Geruch.
   d) Agar:
   α. Strichcultur auf Schrägagar: Cultur weiss, dick, feucht, in der Mitte glänzend, gegen den strahlig ausgebuchteten Rand, dünn, zart und matt.
   β. Agar-Stichcultur: Starkes Oberflächenwachsthum. Wachsthum in die Tiefe spärlich mit seitlichen Verästelungen.
   γ. Zuckeragar-Stichcultur: Oberfläche üppig, grauröthlich, faltig, gegen den Rand sammtartig, Tiefenwachsthum ziemlich reichlich, mit zahlreichen feinen, seitlichen Verästelungen.
   e) Kartoffel:
   Cultur nach 14 Tagen grauröthlich, üppig, zeigt das Bestreben, die ganze Oberfläche der Kartoffel einzunehmen, scharf abgegrenzt, Umgebung roth gefärbt. Cultur sammtartig.
3. Fortpflanzung: Ovale Sporen, im Bacillenkörper, mittelständig oder oft etwas excentrisch, von 0.6 auf 1 μ, mit Protoplasmahülle.
4. Beweglichkeit: Keine Eigenbewegungen.

IX.

Untersuchung des zu der zweiten Untersuchungsreihe benützten Mikroorganismus.

Morphologie.

Bacillus von 0,7 μ Breite und 1,4 μ und mehr Länge, in Ketten bis zu 20, mit abgerundeten Enden. Nach *Gram* färbbar.

Biologie.

1. Sauerstoffbedürfniss: Nicht sehr reichliches Wachsthum. Facultativ anaërob.
2. Wachsthum auf Nährsubstraten.

a) Bouillon:

Bouillon opalescirend getrübt, dickes Häutchen und häutiger Bodensatz; fauliger Geruch.

b) Milch:

Inhalt des Röhrchens in toto zu einer ziemlich festen Masse geronnen, ohne wässeriges Serum.

c) Gelatine:

α. Stichcultur: Langsame, nach 20 Tagen erst etwa 2 mm einnehmende, schichtweise Verflüssigung. Wachsthum entlang dem Stich sehr langsam, eine Kette kleiner Punkte bildend, ohne seitliche Verästelungen. Bildung eines Häutchens an der Oberfläche der Cultur.

β. Strichcultur: Wachsthum unter Verflüssigung mit Bildung von dicken, häutigen, glänzenden Fetzen.

d) Agar:

α. Strichcultur auf Schrägagar: Ganze Oberfläche üppig überwuchert von einem graulichen, am Rande faltigen Ueberzug.

β. Agarstichcultur: Tiefenwachsthum spärlich mit mittellangen, seitlichen Verästelungen.

γ. Zuckeragar-Stichcultur: Braun-röthliches, sehr üppiges, feuchtglänzendes Oberflächen-, spärliches Tiefenwachsthum mit langen seitlichen Verästelungen.

e) Kartoffel:

Colonie nach 5 Tagen, die ganze Schnittfläche der Kartoffel überwuchernd, im Centrum erweicht mit spärlichen Falten. Dieser Theil der Colonie durch einen ausgebuchteten, weissen, erhabenen, runzligen Rand von der purpurnen Peripherie abgegrenzt.

3. Fortpflanzung: Ovale Sporen von 1,5 μ Länge und 1 μ Breite, mittelständig oder etwas excentrisch.
4. Beweglichkeit: Keine Eigenbewegungen.

X.

Röhrchen Nr. 98. Erde 3 $^1/_2$ Stunden gekocht. (3. Versuchsreihe).

Morphologie und Biologie wie Nr. IX.

XI.

Röhrchen Nr. 253. 100°. 8 Stunden. Wachsthum nach 4 Tagen.

Morphologie.

Bacillus mit abgerundeten Enden, 0,5 μ breit, 2 μ lang. Nach *Gram* nicht färbbar.

Biologie.

1. Sauerstoffbedürfniss: Facultativ anaërob. Spärliches Wachsthum.
2. Wachsthum auf Nährsubstraten.

a) Bouillon:

Bouillon klar, ohne Häutchen, spärlicher Bodensatz, keine Gasentwicklung.

b) Milch:

Gerinnungsverhältniss der geronnenen Masse zum wässerigen Serum wie 1:10.

c) Gelatine:

α. Stichcultur: Langsame, schichtweise Verflüssigung; Wachsthum entlang dem Stich, langsam und spärlich, mit zarten, seitlichen Verästelungen.

β. Strichcultur: Oberflächenwachsthum ziemlich dick, die Gelatine mit fortschreitendem Wachsthum verflüssigend.

d) Agar:

α. Strichcultur auf Schrägagar: Starkes, gleichmässiges Wachsthum, weisse Cultur, von feuchtglänzendem Aussehen.

β. Agar-Stichcultur: Tiefenwachsthum mit Gasentwicklung; Oberflächenwachsthum spärlich.

γ. Zuckeragar-Stichcultur: Oberflächlich grauröthlich, feuchtglänzend; Tiefenwachsthum ziemlich stark.

e) Kartoffel:

Colonie nach 10 Tagen, nicht sehr ausgebreitet, weisslich glänzend aussehend, gegen die Umgebung etwas erhaben, am Rande nicht scharf gegen die nicht verfärbte Kartoffel sich abgrenzend.

3. Fortpflanzung: Fast endständig endogene Sporen von 0,8 auf 1,2 μ, ovale Form.

4. Beweglichkeit: Keine Eigenbewegungen.

XII.

Röhrchen Nr. 254. 100°. 16 Stunden. Wachsthum nach 5 Tagen.

Morphologie.

Dünne Bacillen von 0,4 μ Breite, die kleinen Exemplare 2,0, gewöhnlich aber 5 μ lang, in Ketten, die einzelnen Glieder mit abgerundeten Enden. Nach *Gram* nicht färbbar.

Biologie.

1. Sauerstoffbedürfnisse: Facultativ anaërob.

2. Wachsthum auf Nährsubstraten:

a) Bouillon:

Bouillon klar, dünnes Häutchen auf der Oberfläche, Bodensatz reichlich, aus häutigen Fetzen bestehend.

b) Milch:

Keine Gerinnung.

c) Gelatine:

Kein Wachsthum.

d) Agar:

α. Strichcultur auf Schrägagar: Grauliches, über die ganze Oberfläche ausgedehntes Wachsthum von feuchtem, schwitzendem Aussehen, mit starkem Bodensatz im Condensationswasser.

β. Agar-Stichcultur: Tiefenwachsthum sehr spärlich, das oberflächliche liefert eine grauliche, ziemlich dicke, mattglänzende Colonie mit weisslichem, erhabenem, ausgezacktem Rande.

γ. Zuckeragar-Stichcultur: Kein Tiefenwachsthum; oberflächliches graulich, matt glänzend, nicht dick.

e) Kartoffel:
Wie bei Nr. XI.

3. Fortpflanzung: Ovale Sporen fast endständig von 1 μ Breite und 2 μ Länge.

4. Beweglichkeit: Keine Eigenbewegungen.

XIII.

Röhrchen Nr. 259. 105°. 1 Stunde. Wachsthum nach 5 Tagen.

Morphologie.

Bacillus von 0,4 μ Breite und 1,5—2 μ und mehr Länge, in Ketten zu 2 und mehreren, meistens einzeln. Nach *Gram* nicht färbbar.

Biologie.

1. Sauerstoffbedürfniss: Facultativ anaërob.

2. Wachsthum auf Nährsubstraten.

a) Bouillon:
Bouillon opalescirend getrübt; starkes Häutchen an der Oberfläche; ziemlich viel Bodensatz; schwach fauliger Geruch; keine Gasentwicklung.

b) Milch:
Milch geronnen zu einer festen Masse, mit wenig wässerigem Serum.

c) Gelatine:

α. Stichcultur: Langsame Verflüssigung entlang dem Stich, mit flockiger Trübung der verflüssigten Parthie.

β. Strichcultur: Langsame Verflüssigung. Wachsthum am Rande der verflüssigten Parthie spärlich.

d) Agar:

α. Strichcultur auf Schrägagar: Ueppiges Wachsthum, Oberfläche grauröthlich, trocken, runzlig.

β. Agar-Stichcultur: Oberfläche- und Tiefenwachsthum stark, Agar in Folge starker Gasentwicklung zerklüftet.

γ. Zuckeragar-Stichcultur: Oberflächlich grauröthlich, mit dickem, erhabenem Rand. Tiefenwachsthum lebhaft mit Gasbildung.

e) Kartoffel:

Nach 10 Tagen üppiger, faltiger, schleimiger, fadenziehender Ueberzug; Kartoffel selbst graulich verfärbt; Fleischgeruch.

3. Fortpflanzung: Endogene endständige Sporen, 0,8 μ breit. 1 μ lang, anfänglich oval, dann aber später ganz rund, so dass man absolut das Bild des Tetanusbacillus vor sich hat.

4. Beweglichkeit: Keine Eigenbewegungen.

XIV.

Röhrchen Nr. 260. 105°. 2 Stunden. Wachsthum nach 6 Tagen.

Morphologie und Biologie wie Nr. VIII.

XV.

Röhrchen Nr. 261. 105°. 4 Stunden. Wachsthum nach 11 Tagen.

Morphologie.

Bacillen von 0,5 μ Breite und 1,5 μ und mehr Länge, oft etwas gebogen, zu langen Ketten und Fäden ausgewachsen. Nach *Gram* färbbar.

Biologie.

1. Sauerstoffbedürfniss: Facultativ anaërob.

2. Wachsthum auf Nährsubstraten.

a) Bouillon:

Bouillon opalescirend, getrübt, ohne Häutchen, mässiger Bodensatz; schimmliger Geruch.

b) Milch.
Keine Gerinnung.

c) Gelatine:
Kein Wachsthum.

d) Agar:

α. Strichcultur auf Schrägagar: Spärliches, mattglänzendes, wenig ausgedehntes, gleichmässiges Wachsthum.

β. Agar-Stichcultur: Oberfläche grauröthlich, mattglänzend, kein Tiefenwachsthum.

γ. Zuckeragar-Stichcultur: Oberfläche spärlich, Tiefenwachsthum mittelstark, mit punktförmigen Verdickungen.

e) Kartoffel:
Colonie nach 10 Tagen, am Rande schwach röthlich, gegen die Umgebung ausgebuchtet, im Centrum wasserhell, zu einem schleimigen Brei verwandelt; Kartoffel selbst an dieser Stelle bis in eine ziemliche Tiefe aufgelöst.

3. Fortpflanzung: Ovale, mittel- bis endständige Sporen, 0,7 μ breit, 1—1,2 μ lang.

4. Beweglichkeit: Keine Eigenbewegungen.

XVI.

Röhrchen Nr. 266. 110°. 1 Stunde. Wachsthum nach 12 Tagen.

Morphologie und Biologie wie Nr. XV.

XVII.

Röhrchen Nr. 267. 110°. 2 Stunden. Wachsthum nach 12 Tagen.

Morphologie und Biologie wie Nr. VIII.

XVIII.

Röhrchen Nr. 283. 130°. 5 Minuten. Wachsthum nach 8 Tagen.

Morphologie.

Bacillen 0,4 μ breit, 1,4—5 μ lang, in Ketten mit abgerundeten Enden. Nach *Gram* färbbar.

Biologie.

1. Sauerstoffbedürfniss: Facultativ anaërob.
2. Wachsthum auf Nährsubstraten.
   a) Bouillon:
   Bouillon opalescirend, getrübt; dickes, faltiges Häutchen; starker Bodensatz, aus Hautfetzen bestehend; Geruch faulig.
   b) Milch:
   Gerinnung zu einer festen Masse, Verhältniss der geronnenen Masse zum wässerigen Serum, wie 1 : 6.
   c) Gelatine:
   α. Stichcultur: Kein Wachsthum.
   β. Strichcultur: Oberflächenwachsthum spärlich, sehr langsam, Colonie feucht, dick, mit zackigem Rande.
   d) Agar:
   α. Strichcultur auf Schrägagar: Dicke, weisse, das Agar gleichmässig überwuchernde Colonie, von etwas runzligem, feuchtem, mattglänzendem Aussehen und trübem Niederschlag im Condensationswasser.
   β. Agar-Stichcultur: Oberflächlich weisslich gefaltet, üppig; Wachsthum dem Stich entlang fast 0.
   γ. Zuckeragar-Stichcultur: Hellbräunliches faltiges Aussehen der Oberfläche; Tiefenwachsthum spärlich, mit langen, vom Stich ausgehenden Verästelungen.
   e) Kartoffel:
   Grauröthlicher, faltiger Ueberzug der Kartoffel nach 5 Tagen, mit am Rande theils röthlicher, theils mehr grauer Abtönung, und scharfer Begrenzung. Kartoffel selbst röthlich verfärbt. Fleichgeruch.
3. Fortpflanzung: Sporen oval, mittelständig, 0,7 μ breit, 1,0 μ lang.
4. Beweglichkeit: Keine Eigenbewegungen.

Schluss.

Gestützt auf die vorliegenden experimentellen Untersuchungen glaube ich mich berechtigt, folgende Sätze aufzustellen.

1. Auffällig ist die colossale Resistenz der Erdsporen gegenüber dem strömenden Dampf von 100°. Während *Globig* nach 5—6 Stunden Abtödtung derselben erzielte, konnte ich eine solche nach 16 Stunden noch nicht constatiren.

2. Bis 115° ist die Dauer der Einwirkung umgekehrt proportional der Temperatur und dem Drucke, in Uebereinstimmung mit den Untersuchungen von *Globig*, *Salomonsen* und *Levison*.

3. Von 120° an findet eine ziemlich plötzliche Zunahme der Abtödtungskraft des gespannten Dampfes statt, so dass zwischen 120° und 135° nur vereinzelte Proben 1 –5 Minuten aushielten.

4. Bei 140° hat kein Organismus die Einwirkung des gespannten Dampfes auch nur eine Minute ausgehalten. Will man also eine absolut sichere Sterilisation erzielen, so braucht man nur einen augenblicklichen Aufenthalt in gespanntem Dampfe von 140°, auch in Apparaten, in denen die Temperatur des Dampfes sehr rasch auf diese Höhe ansteigt.

5. Die Wichtigkeit der Kenntniss der ausserordentlich raschen Leistungsfähigkeit des gespannten Dampfes zu 140° zu Sterilisationszwecken und der Gebrauch solcher Apparate, die diese Temperatur in sehr kurzer Zeit erzeugen, müssen in der chirurgischen Sterilisations-Praxis berücksichtigt werden.

Zum Schlusse sei es mir nur noch gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Hrn. Professor Dr. *E. Tavel*, Director des bakteriologischen Instituts der Universität Bern, meinen aufrichtigen Dank auszusprechen für die mannigfache Anregung, die er mir bei der Ausführung dieser Arbeit zu Theil werden liess.

Litteratur.

Beissel. Bericht über die Versuche, welche mit den von Walz und Windscheid zu Aachen erbauten Desinfectionsapparate angestellt wurden. Centralblatt für Gesundheitspflege. 1886. Bd. V.

Budde. Die Bedeutung der Spannkraft, Temperatur und Bewegung des Dampfes bei Desinfection in Dampfapparaten. Archiv für Hygiene. 1889. Bd. IX. p. 292.

— Neue Constructionen für Dampfdesinfectionsapparate nebst Versuchen über ihre Functionsfähigkeit. Zeitschrift für Hygiene. 1889. Bd. VII. p. 269.

Budenberg. Apparat zur Desinfection mittelst strömendem Wasserdampfe. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. Bd. II. p. 673.

Davidsohn, H. Die Benützung des Koch'schen Dampfdesinfectionsapparates für die Sterilisation von Verbandstoffen. Berliner klinische Wochenschrift. 1889. Nr. 44.

von Esmarch, E. Die desinficirende Wirkung des strömenden überhitzten Dampfes. Zeitschrift für Hygiene. 1888. Bd. IV. 197.

— Nachtrag zur Abhandlung: „Die desinficirende Wirkung des strömenden überhitzten Dampfes." Zeitschrift für Hygiene. 1888. Bd. IV. p. 398.

— Der Henneberg'sche Desinfector. Zeitschrift für Hygiene. 1887. Bd. II. p. 342.

Fitz. Ueber Spaltpilzgährungen. Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft. 1884. Bd. XVII. p. 1188.

Fleischhauer und Mittenzweig. Prüfung des Desinfectionsapparates der Stadt Düsseldorf. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitätswesen. Bd. 44. p. 120.

Frosch und Clarenbach. Ueber das Verhalten des Wasserdampfes im Desinfectionsapparate. Zeitschrift für Hygiene. 1890. Bd. IX. p. 183.

Globig. Ueber einen Kartoffelbacillus mit ungewöhnlich widerstandsfähigen Sporen. Zeitschrift für Hygiene. Bd. III. p. 322. 1888.

Gruber, M. Ueber die Thursfield'schen Desinfectoren. Gesundheitsingenieur. 1888. Nr. 9.

— Erklärung der Desinfection des Wasserdampfes. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. 1888. Bd. III. p. 634.

— Neuer Dampfsterilisationsapparat von G. von Overbeek-de Meyer. Centralbl. für Bakteriologie u. Parasitenkunde. 1888. Bd. IV. p. 153.

Guttmann, P. Desinfectionsversuche in den Apparaten der ersten öffentlichen Desinfectionsanstalt der Stadt Berlin. Vierteljahrschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitätswesen. 1886. Bd. 45. p. 137.

Hahn. Versuch über die Leistungsfähigkeit des Budenberg'schen Dampfdesinfectionsapparates. Deutsche medicinische Wochenschrift. 1890. Nr. 2.

Herscher, C. Note sur une étuve locomobile à désinfecter. Revue d'hygiène. 1887. Nr. 9.

Heydenreich, L. Sterilisation mittelst des Dampfkochtopfes (Papin'scher Topf) für bakteriologische Zwecke. Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. Bd. IV. Heft I. p. 1.

Hueppe. Die Methoden der Bakterienforschung. 1891. p. 207.

— Ueber einige Vorfragen zur Desinfectionslehre und über die Hitze als Desinfectionsmittel. Deutsche militärärztliche Zeitschrift. 1882. Nr. 3.

Koch und Wolffhügel. Untersuchungen über die Desinfection mit heisser Luft. Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. 1881. Bd. I. p. 301.

Koch, Gaffky und Löffler. Versuche über die Verwendbarkeit heisser Wasserdämpfe zu Desinfectionszwecken. Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. 1881. Bd. I. p. 322.

Merke, H. Die erste öffentliche Desinfectionsanstalt der Stadt Berlin. Vierteljahrschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitätswesen. 1886. Bd. 45. p. 137.

— Bemerkungen über den für die Stadt Düsseldorf bestimmten Desinfectionsapparat. Vierteljahrschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitätswesen. 1886. Bd. 44. p. 145.

Merke. Ueber Desinfectionsapparate und Desinfectionsversuche. Vierteljahrschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitätswesen. 1882. Bd. 37. p. 85.

Merke und Guttmann. Der Schimmel'sche Desinfector. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. Bd. I. p. 8.

Du Mesnil, O. La désinfection par la vapeur sous pression et les étuves locomobiles dans le Département de la Seine. Annales d'hygiène publique. 1888. Nr. 6.

Muencke. Ein neuer Apparat zum Sterilisiren mit strömendem Wasserdampf bei geringem Ueberdruck und anhaltender Temperatur von 101°—102° im Innern des Arbeitsraumes, mit Vorrichtung zum Trocknen der sterilisirten Gegenstände. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. 1890. Bd. VIII. p. 615.

Van Overbeek-de Meyer. Bemerkungen des Herrn Professor Gruber über meinen neuen Desinfectionsapparat. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. 1888. Bd. IV. p. 338.

Ostwalt. Ein Wasserdampfsterilisationsapparat zum Gebrauch in der Praxis. Berliner klinische Wochenschrift. 1888. Nr. 53.

Petri. Ein neuer Apparat zum Sterilisiren mit strömendem Wasserdampf von Atmosphärendruck. Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. 1890. Bd. VI. p. 498.

Pfuhl. Ergebnisse der Prüfung einiger Desinfectionsapparate. Militärärztliche Zeitschrift. XIX. Jahrgang. Heft 2.

Roth, O. Ueber Dampfdesinfection und die neuen Sulzer'schen Desinfections- und Sterilisationsapparate. Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte. 1893. p. 263 und 391.

Salomonsen und Levison. Versuche mit verschiedenen Desinfectionsapparaten. Zeitschrift für Hygiene. Bd. IV. p. 94.

Settegart, H. Ein Sterilisator für chirurgische Zwecke. Centralblatt für Chirurgie. 1890. Nr. 6. p. 105.

Teuscher, H. Beiträge zur Desinfection mit Wasserdampf. Zeitschrift für Hygiene. 1890. Bd. IX. p. 492.

Viquerat. Einfacher kupferner Sterilisationsapparat. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. 1889. Bd. VI. p. 602.

Walz und Windscheid. Der neue Desinfectionsapparat in Düsseldorf. Centralblatt für Gesundheitspflege. 1886. Bd. V.

— Entgegnung betreffend den neuen Desinfectionsapparat in Düsseldorf. Centralblatt für Gesundheitspflege. 1887. Bd. VI.

Wolf. Ueber die Desinfection durch Temperaturerhöhung. Virchow's Archiv. Bd. 102. p. 81. 1885.